

PREDIKSI PENDAPATAN PEMERINTAH INDONESIA MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO

Afry Rachmat, Sukmawati Nur Endah, Aris Sugiharto

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Diponegoro

afry.rachmat27@gmail.com, Sukma_ne@undip.ac.id, aris.sugiharto@undip.ac.id

ABSTRAK

Pemerintah menyusun APBN untuk melakukan kegiatan pemerintahan pada tiap tahunnya. Anggaran pendapatan pemerintah sangat penting untuk menentukan belanja negara. Selama ini anggaran pendapatan pemerintah disusun berdasarkan data yang berasal dari departemen keuangan. Aplikasi prediksi pendapatan Pemerintah Indonesia menggunakan simulasi monte carlo dapat menjadi solusi untuk melakukan prediksi beberapa tahun berikutnya. Aplikasi ini menggunakan data antara tahun 1990 – 2009 yang diambil dari buku statistik ekonomi keuangan Indonesia yang diterbitkan oleh Bank Indonesia. Data yang digunakan untuk simulasi adalah data pendapatan negara yang terdiri dari : pendapatan negara dan hibah, penerimaan dalam negeri, penerimaan perpajakan dan penerimaan negara bukan pajak. Pengujian hasil prediksi dilakukan dengan cara membandingkan hasil prediksi dengan data tahun 2010. Hasil pengujian keempat data di atas dengan 10.000 iterasi menunjukkan bahwa rata – rata tingkat keakuratannya mencapai 82,05%.

Kata kunci: Simulasi, Monte Carlo, Prediksi Pendapatan Pemerintah.

1. PENDAHULUAN

Bentuk Pemerintahan Indonesia adalah republik, dimana pemerintah mempunyai peran penting dalam keberlangsungan negara. Pendapatan pemerintah memiliki dampak terhadap APBN (Anggaran Pendapatan Belanja Negara). APBN digunakan sebagai alat untuk memobilisasi dana investasi. Melalui APBN dapat dianalisis seberapa jauh peran pemerintah dalam kegiatan perekonomian nasional. Tolak ukur dampak APBN terhadap perekonomian adalah saldo anggaran keseluruhan, konsep nilai bersih, defisit domestik, dan defisit moneter.

Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk membantu dalam penyusunan APBN adalah dengan adanya sistem yang dapat mensimulasikan pendapatan negara. Dengan adanya simulasi yang dapat menghitung pendapatan beberapa tahun mendatang. Sehingga, pemerintah dapat lebih fokus dalam menggali dan mengembangkan bidang yang dapat memberikan pendapatan lebih bagi pemerintah. Salah satu metode dalam melakukan simulasi adalah monte carlo.

Metode Monte Carlo digunakan untuk mensimulasikan pendapatan pemerintah yang akan terjadi pada beberapa tahun berikutnya. Metode ini

didasarkan pada probabilitas yang diperoleh dari data historis buku statistik ekonomi keuangan Indonesia yang diterbitkan oleh Bank Indonesia mengenai pendapatan pemerintah. Pemerintah juga dapat melakukan perencanaan jangka panjang sehingga dapat menggali lebih dalam potensi negara yang dapat menghasilkan pendapatan lebih optimal bagi pemerintah.

2. SIMULASI

Simulasi adalah suatu cara untuk menduplikasi, menggambarkan ciri, tampilan, dan karakteristik dari dunia nyata[4]. Simulasi dapat dilakukan secara *manual* atau menggunakan bantuan komputer. Sesuatu bentuk tiruan dalam simulasi disebut sebagai model simulasi.

Simulasi dapat digunakan untuk memecahkan berbagai persoalan yang terdapat pada dunia nyata. Contohnya : simulasi penerbangan, simulasi antrian pada loket, dan simulasi pendapatan. Selain itu Simulasi juga dapat diterapkan pada berbagai bidang kehidupan lainnya.

3. RANDOM NUMBER GENERATOR

Random Number Generator (RNG) adalah sebuah algoritma yang digunakan untuk menghasilkan urutan – urutan atau *sequence* dari angka – angka sesuai hasil perhitungan dengan komputer yang diketahui distribusinya sehingga angka – angka tersebut muncul secara acak dan digunakan terus menerus[2]. Angka acak yang dimunculkan memiliki *range* antara 0 – 1. Angka yang dimunculkan

menggunakan *Linear Congruential Generators* (LCG).

Bentuk rumus untuk LCG:

Keterangan :

Z_i = Angka acak yang baru

Z_{i-1} = angka acak yang lama

c = angka konstan yang bersyarat

m = angka modulo

a = pengali

4. DISTRIBUSI FREKUENSI

Distribusi frekuensi adalah salah satu bentuk tabel yang merupakan suatu penyusunan data ke dalam kelas – kelas tertentu dimana individu hanya termasuk ke dalam kelas tertentu [1].

Ada beberapa tahap penyusunan distribusi frekuensi dari sekelompok data. Tahap – tahapnya adalah sebagai berikut[1] :

1. Menentukan jumlah kelas

Aturan yang bisa digunakan untuk menentukan kelas adalah aturan H.A. Sturges (from “*The choice of a Class Interval*”, *Journal of the American Statistical Association*, 1926), yaitu :

$$K = 1 + 3,3 \cdot \log N$$

Keterangan :

K = jumlah kelas

N = banyaknya frekuensi

2. Menentukan Interval Kelas

$$I = R / K$$

Keterangan :

I = interval kelas

R = *range* (selisih data terbesar dan terkecil)

K = jumlah kelas

5. TREND PROJECTION

Trend projection adalah alat statistika yang sering digunakan untuk melakukan prediksi nilai masa depan dari variabel pada data *time series* [1].

Bentuk rumus *Trend projection*:

$$Z_i \equiv (a \cdot Z_{i-1} + c) \bmod m, \text{ dengan syarat } a < m, C$$

$Y' = a + bX$
 Ke
terang

an :

a =

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

Y' = Variabel Terikat (penjualan)

X = Variabel Bebas (waktu)

a = Konstanta

b = Koefisien Tren

N = Jumlah data (pengamatan)

6. SIMULASI MONTE CARLO

Monte Carlo adalah sebuah teknik stokastik yang didasarkan pada penggunaan angka acak dan statistik probabilitas untuk menginvestigasi masalah [6]. Istilah Monte Carlo pertama digunakan oleh ulam dan von Neumann sebagai sebuah kode Los Alamos untuk simulasi stokastik dalam pembuatan bom atom. Simulasi ini sering digunakan untuk evaluasi dampak perubahan *input* dan resiko dalam pembuatan keputusan. Simulasi ini menggunakan data sampling yang telah ada (*historical data*) dan telah diketahui distribusi datanya.

Langkah-langkah metode monte carlo[4]:

1. Membuat model deterministik.
2. Memunculkan variabel acak yang akan digunakan dalam simulasi.
3. Mengevaluasi model dan menyimpan hasil keluaran data sebagai hasil sementara sebagai model probabilistik.
4. Mengulang langkah 2 dan 3 sampai iterasi yang dianggap cukup.
5. Menganalisis hasil dari simulasi menggunakan histogram

7. FLOWCHART

Flowchart adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program. *Flowchart* menolong analis dan programmer untuk memecahkan masalah ke dalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian [3]. Simbol-simbol *flowchart* yang biasanya dipakai adalah simbol-simbol *flowchart* standar yang dikeluarkan oleh ANSI dan ISO.

8. ANALISIS DAN DESAIN

a. Pemodelan Data

Pemodelan data digambarkan dengan ERD. Aplikasi Prediksi Pendapatan Pemerintah Indonesia (AP3I) menggunakan simulasi monte carlo memiliki 3 objek data, yaitu administrator, penerimaan, dan detail penerimaan. Relasi antara administrator dan penerimaan adalah mengakses, dimana satu administrator dapat mengakses banyak penerimaan, dan satu penerimaan hanya mengakses satu

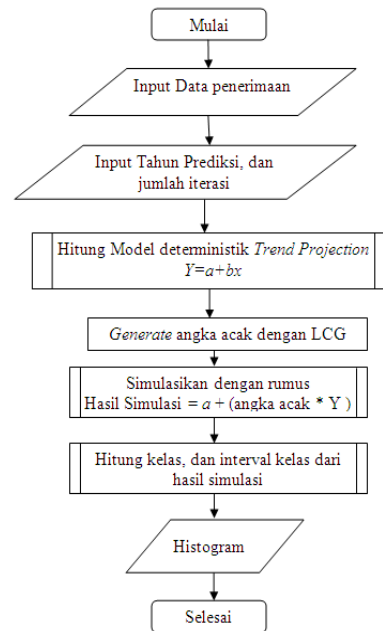
administrator. Relasi antara penerimaan dan detail penerimaan adalah memiliki, dimana satu penerimaan dapat memiliki banyak detail penerimaan, dan satu detail penerimaan dapat dimiliki banyak penerimaan..

b. Pemodelan Fungsional

Pemodelan fungsional digambarkan dengan DFD. Penjabaran masing – masing level DFD adalah :

1. DFD level 0 merupakan gambaran secara umum dari AP3I. Pada DFD level 1 ini digambarkan terdapat 2 pengguna yaitu administrator dan pengguna. Administrator memiliki tugas melakukan pengolahan seluruh data yang dibutuhkan AP3I, dan melakukan simulasi. Sedangkan pengguna, dapat melakukan simulasi.
2. DFD level 1 menjabarkan DFD level 0 menjadi 3 proses, yaitu modifikasi, melakukan autentifikasi *login*, dan simulasi.

Flowchart proses AP3I secara umum dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* proses AP3I

9. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

a. Implementasi

Aplikasi Prediksi Pendapatan Pemerintah Indonesia Menggunakan Simulasi Monte Carlo ini diakses menggunakan *browser*. AP3I dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *database management system* MySQL. Hak akses pengguna dibagi menjadi 2, yaitu administrator, dan pengguna. Administator diwajibkan *login* terlebih dahulu sebelum mengakses halaman admin. Administrator ini bertanggung jawab terhadap seluruh data yang digunakan sistem, dan dapat melakukan modifikasi data. Menu yang terdapat di halaman admin antara lain

home yang berisi kata pengantar, menu penerimaan yang digunakan untuk mengolah data penerimaan, menu detail penerimaan yang digunakan untuk melakukan pengolahan detail penerimaan, dan menu artikel yang digunakan untuk mengolah data artikel. Sedangkan halaman pengguna merupakan halaman umum yang dapat diakses oleh semua pihak. Menu pada halaman ini antara lain *home* yang digunakan sebagai halaman awal pengguna, menu artikel yang digunakan untuk membaca artikel, dan menu simulasi yang dilakukan untuk melakukan proses simulasi dan mendapatkan hasil prediksi dalam bentuk histogram.

Menu simulasi merupakan menu utama pada sistem ini. Langkah – langkah yang harus diperhatikan untuk melakukan simulasi adalah memilih jenis data penerimaan, tahun prediksi, dan mengisikan jumlah iterasi. Jumlah iterasi dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Gambar menu simulasi dapat dilihat pada gambar 1, sedangkan hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 2. Pengujian hasil prediksi dilakukan dengan cara membandingkan hasil keluaran prediksi

dengan data di tahun 2010. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali untuk masing – masing iterasi yaitu: 100, 1000, dan 10.000. data yang digunakan untuk pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 data penerimaan tahun 2010

No	Penerimaan	Nilai
1.	Penerimaan dalam negeri	992.249
2.	Penerimaan perpajakan	723.307
3.	Penerimaan negara bukan pajak	268.942
4.	Pendapatan Negara dan hibah	995.272

Berdasarkan hasil pengujian sebanyak 20 kali untuk data pendapatan negara dan hibah, penerimaan dalam negeri, penerimaan perpajakan, dan penerimaan negara bukan pajak pada tahun 2010 dengan jumlah iterasi yaitu: 100, 1000, dan 10.000 kali maka didapatkan hasil persentase selisih *error* terkecil berada pada iterasi yang paling besar yaitu 10.000 kali dengan rata- rata sebesar 17,95% atau tingkat keakuratan mencapai 82,05%.

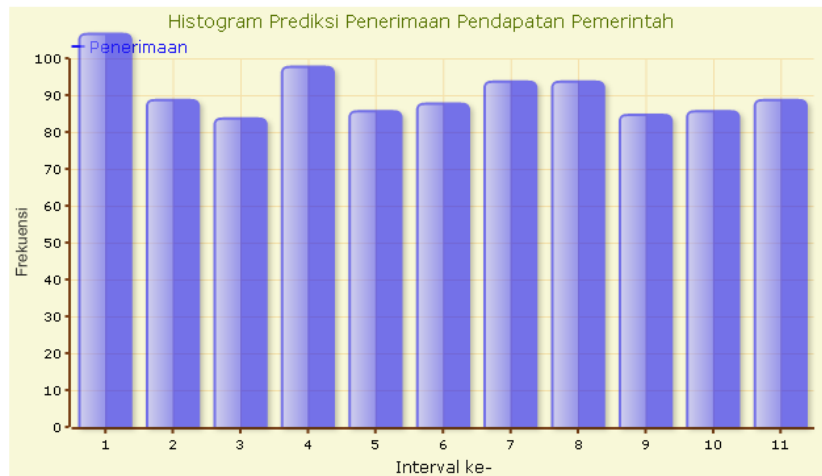
Simulasi Monte Carlo

Jenis Penerimaan :

Pilih Tahun Prediksi :

Jumlah Iterasi :

Gambar 1 Implementasi Pemilihan Jenis Penerimaan, Tahun Prediksi, dan Jumlah Iterasi



Gambar 2 Implementasi Histogram Hasil Simulasi

No	Interval Penerimaan (milyar Rp.)	Frekuensi
1	305677.89408287 - 374457.16436964	107
2	374457.16436964 - 443236.4346564	89
3	443236.4346564 - 512015.70494317	84
4	512015.70494317 - 580794.97522994	98
5	580794.97522994 - 649574.2455167	86
6	649574.2455167 - 718353.51580347	88
7	718353.51580347 - 787132.78609023	94
8	787132.78609023 - 855912.056377	94
9	855912.056377 - 924691.32666377	85
10	924691.32666377 - 993470.59695053	86
11	993470.59695053 - 1062249.8672373	89

Lihat Grafik

Kesimpulan :

Berdasarkan grafik maka dapat disimpulkan bahwa Prediksi Penerimaan Dalam Negeri untuk tahun 2010 berada dalam range :
 Rp. 305.677,89408 - 374.457,16437

Gambar 3 Implementasi Hasil Simulasi

10. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi prediksi pendapatan pemerintah Indonesia menggunakan simulasi monte carlo telah berhasil dibangun dengan implementasi berbasis *website*.
2. Dari hasil pengujian didapatkan rata – rata tingkat keakuratan keluaran dengan 10.000 iterasi sebesar 82,05%. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah iterasi maka semakin tinggi tingkat keakuratannya.

3. Simulasi monte carlo dapat digunakan untuk melakukan prediksi berdasarkan data historis masa lalu.

Berikut adalah saran – saran yang diberikan penulis untuk pengembangan lebih lanjut :

1. Data yang digunakan untuk simulasi harus selalu diperbaharui, agar hasil simulasi lebih akurat.
2. Hasil prediksi dari AP3I hanya dalam bentuk *range*, diharapkan aplikasi ini nantinya dapat menghasilkan prediksi dalam angka dengan tingkat keakuratan yang lebih tinggi.
3. Jumlah iterasinya dapat diperbanyak sehingga hasil simulasinya akan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budi Yuwono, Nugroho, 1987, *"Pengantar Statistik Ekonomi dan Perusahaan"*, BPFE, Yogyakarta
- [2] Gentle, E, James, 2005, *"Random Number Generation and Monte Carlo Methods second edition"*, Springer, USA
- [3] Ladjamudin, ABB, 2006, *"Rekayasa Perangkat Lunak"*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- [4] Sridadi, Bambang, 2009, *"Pemodelan dan Simulasi Sistem Teori, Aplikasi, dan Contoh dalam Bahasa C"*, Penerbit Informatika, Bandung